Modèles ou mesures : quelle stratégie pour estimer la contamination de l'environnement ?

C. DROMBRY-RINGEARD[1], C. ROMMENS[2]
[1] Hémisphères 20, rue Molière, BP 14, 91520 Egly, France
[2] Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire (IPSN), BP n°6, 92265 Fontenay-aux-Roses, France
Tél : 01.46.54.72.58 Fax : 01.46.54.88.29 E-mail : caroline.drombry@ipsn.fr

Objectif

Dans le cadre d'un contrat de recherche subventionné par le Ministère de l'Environnement, la Section d'Analyse et d'Expertise en Radioprotection de l'Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire (IPSN) a développé une méthodologie globale d'évaluation de l'impact dosimétrique sur les riverains d'une installation nucléaire.

La première étape de cette méthodologie consiste à évaluer la contamination de l'environnement due à l'installation, en combinant deux approches :

- l'utilisation de modèles de transfert des effluents radioactifs dans la biosphère,
- l'utilisation des résultats de mesures effectuées dans l'environnement de l'installation.

Pour mener cette étude une installation pilote a été choisie : le centre de retraitement des combustibles irradiés de COGEMA-La Hague. Le centre réceptionne les combustibles irradiés en provenance des réacteurs nucléaires et les traite de façon à séparer les matières combustibles des autres produits de fission et de corrosion. Ceci conduit à la production d'effluents radioactifs liquides et gazeux qui sont rejetés, après traitement, dans l'environnement. Le centre se situe dans la presqu'île du Nord-Cotentin, voir figure 1.

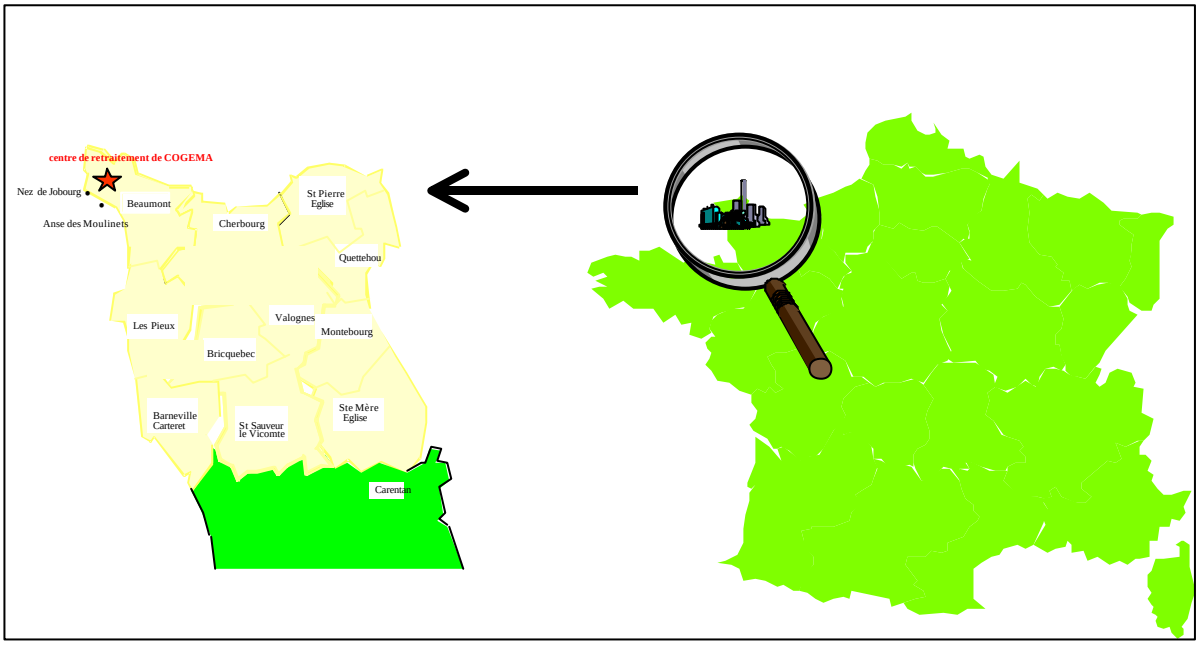

Figure 1 : Localisation géographique de l'usine de retraitement COGEMA-La Hague

Méthodologie

La méthodologie adoptée se décompose en quatre étapes schématisées figure 2.

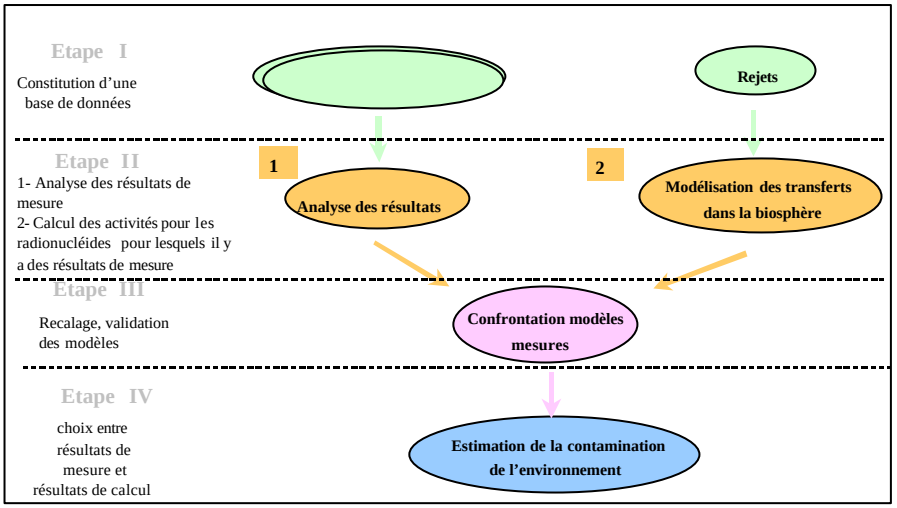
Etape I
Constitution d'une base de données
Rejets
Etape II
1- Analyse des résultats de mesure
2- Calcul des activités pour les radionucléides pour lesquels il y a des résultats de mesure
1
Analyse des résultats
2
Modélisation des transferts dans la biosphère
Etape III
Recalage, validation des modèles
Confrontation modèles mesures
Etape IV
choix entre résultats de mesure et résultats de calcul
Estimation de la contamination de l'environnement

Figure 2 : Méthodologie d'évaluation de la contamination de l'environnement

Première étape : constitution d'une base de données

Les résultats des mesures réalisées dans l'environnement et ceux concernant les activités rejetées depuis la mise en fonctionnement de l'installation, ont été collectés et saisis dans une base de données dénommée DOREMI (base de Données des REjets et des Mesures dans l'environnement et outil Informatique associé). Cette base contient environ 130 000 résultats de mesures collectés auprès de différents laboratoires sur une période de trente années. Ces résultats de mesures sont répartis en six groupes :

- rejets liquides,
- rejets gazeux,
- prélèvements atmosphériques,
- prélèvements terrestres,
- prélèvements hydrologiques,
- prélèvements marins.

En plus des résultats de mesures sont saisies des caractéristiques de l'échantillon prélevé : la date de prélèvement, la catégorie du prélèvement (algue, eau de mer, herbe …), le site de prélèvement (lieu géographique où a été effectué le prélèvement), le nom du laboratoire ayant effectué la mesure, le radionucléide mesuré et l'unité de mesure. DOREMI recense plus de 900 sites de prélèvement différents, 63 radionucléides, 130 catégories de prélèvement et 5 laboratoires.
Afin de faciliter l'utilisation de cette base de données, une interface a été créée dans DOREMI. Cette interface permet de faire une recherche de résultats de mesures, par radionucléide, par site, par catégorie de prélèvement et pour une période fixée, ces critères pouvant être croisés afin de préciser la requête. Une fois la requête validée, l'utilisateur obtient la liste des résultats de mesures, qu'il recherche, avec en plus la possibilité d'afficher quelques indicateurs statistiques (moyenne annuelle, valeurs minimale et maximale, écart-type, médiane) et un graphique (moyenne annuelle en fonction du temps).

Deuxième étape : analyse des résultats de mesure et modélisation de l'impact des rejets sur l'environnement

L'analyse des données montre que les différents laboratoires d'analyses ont des campagnes de prélèvements différentes. Les sites de prélèvement et la nature des échantillons sont multiples. De plus, les techniques de mesure peuvent varier, les appareils de mesure sont plus ou moins performants, d'où des limites de détection variables. Au final avec 130 000 données, on constate qu'il est difficile d'avoir de longues séries de mesures pour un laboratoire, un site de prélèvement, une catégorie de prélèvement et un radionucléide. Ces longues séries de mesures ne sont observées que pour une dizaine de sites, de radionucléides et de catégories de prélèvement.

La variabilité des résultats de mesures en fonction des laboratoires, des sites et des catégories de prélèvements a été étudiée afin de réaliser, quand cela était possible des regroupements et avoir ainsi de plus importantes séries de données.
Pour ce qui est des laboratoires, les niveaux d'activité mesurés par chacun d'entre eux pour un même site, une même catégorie de prélèvement et un radionucléide sont du même ordre de grandeur, les résultats ont donc été regroupés.
Pour ce qui est des catégories de prélèvement, des regroupements ont également pu être réalisés. Par exemple, l'activité mesurée dans les différentes espèces de poissons pour un même site et un radionucléide est sensiblement la même quelle que soit l'espèce ; les différentes espèces de poissons ont été regroupées en un compartiment « poissons ». De la même façon ont été créés les compartiments « algues », « crustacés » et « mollusques ».
Pour ce qui est des sites de prélèvement, ils sont différents selon les laboratoires mais les activités mesurées en des sites géographiquement proches sont du même ordre de grandeur. Différents sites ont ainsi été regroupés en zones ; c'est le cas notamment pour les compartiments «mollusques » et «crustacés » pour lesquels les sites ont été regroupés en 4 zones (« Côte Ouest », « La Hague », « Côte Nord », « Côte Est »), voir figure 3.

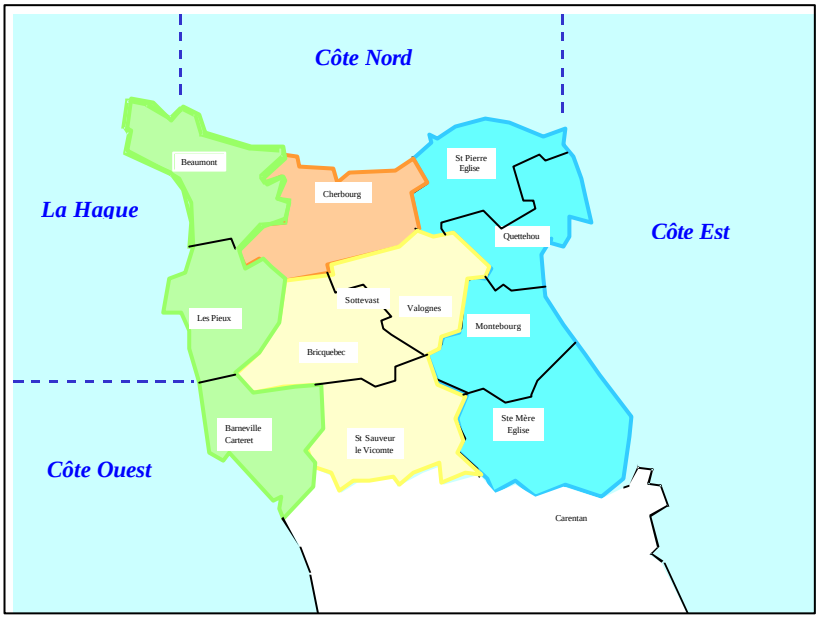

Figure 3 : Zones établies pour les sites de prélèvement des crustacés et des mollusques

Les séries de données, obtenues après ces regroupements, ont été représentées graphiquement au moyen du logiciel SPSS® Base 7.5 [SPSS 1997] permettant de visualiser les distributions annuelles, voir figure 4.
L'indicateur retenu pour représenter les séries de mesures est la moyenne annuelle.
A partir des données sur l'activité rejetée annuellement par l'usine, les niveaux d'activité dans les différents compartiments de l'environnement, ont été calculés au moyen des modèles existants afin de réaliser une confrontation modèles/mesures.

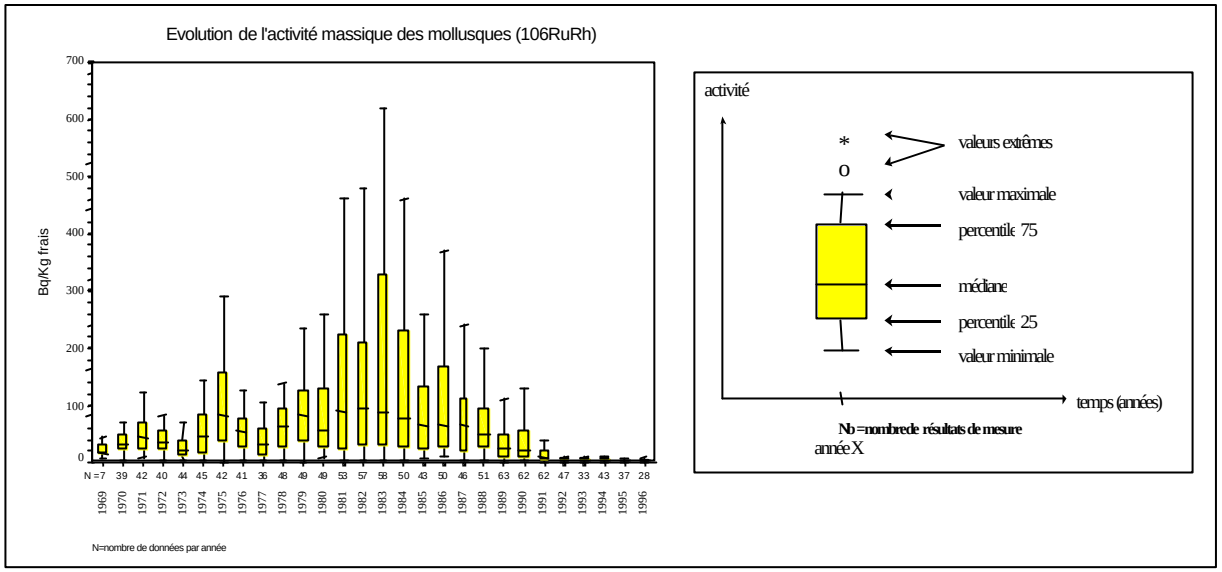

Figure 4 : Représentation graphique des résultats de mesure

Troisième étape : confrontation modèles/mesures

Les moyennes annuelles des résultats de mesures ont été confrontées aux résultats de calcul obtenus par modélisation.
Le manque d'informations concernant les limites de détection conduit dans certains cas à estimer des valeurs annuelles avec seulement quelques résultats de mesures supérieurs aux limites de détection ; ceux inférieurs n'étant pas pris en compte, les niveaux d'activité sont donc surestimés.
Les résultats de mesures ne permettent pas toujours d'estimer la part due à l'installation étudiée par rapport à celle des autres sources de contamination (rejets d'autres installations, retombées de Tchernobyl, …).
La confrontation modèles/mesures a permis, pour certains compartiments et certains radionucléides, de valider les résultats obtenus par modélisation. Ce fut le cas pour les différents compartiments du milieu marin, excepté pour les sédiments. Dans ce cas précis l'utilisation des résultats de mesures était rendue plus difficile par l'absence notamment de précisions sur la granulométrie des sédiments prélevés. De plus les résultats de mesures ne semblaient pas suivre l'évolution de l'activité rejetée annuellement. Des études réalisées dans cette région [GT3 du Groupe Radioécologie Nord-Cotentin 1999] ont permis d'obtenir des informations plus précises notamment sur les phénomènes de stockage sédimentaire. Les sédiments peuvent stocker les radionucléides de période moyenne à longue et les relarguer progressivement, parfois plusieurs années après leur dépôt. Afin de tenir compte de ce phénomène, des facteurs de transfert ont été déterminés et le modèle de calcul a été reparamétré.

Grâce à la confrontation modèles/mesures, les modèles ont été testés et parfois reparamétrés. Ils ont alors été utilisés pour estimer les niveaux d'activité des radionucléides pour lesquels il y avait peu ou pas de résultats de mesures.

Conclusion

L'intérêt des modèles, une fois validés, est de permettre le calcul des activités pour des radionucléides peu ou pas mesurés et de travailler ainsi à partir de termes sources les plus exhaustifs possibles.

L'étude met en évidence l'importance d'une confrontation modèles/mesures pour une évaluation la plus réaliste possible de l'exposition des riverains d'une installation. L'utilisation des résultats de mesures permet de lever un certain nombre d'incertitudes inhérentes aux modèles de dispersion. L'évaluation de l'exposition des riverains n'est pas alors basée uniquement sur une modélisation théorique.

L'analyse des résultats de mesures a permis de mettre en évidence certaines lacunes notamment pour le milieu terrestre qui manque de résultats de mesures comparativement au milieu marin. Ces résultats seraient nécessaires pour une validation des modèles utilisés.

L'utilisation des résultats de mesures est limitée par les performances des appareils de mesures. Les techniques de mesure ont évolué et les limites de détection ont été abaissées mais nombre de radionucléides ne sont pas encore à ce jour mesurés. C'est le cas notamment pour le ^{85}Kr qui commence seulement à être mesuré.

Comme cela a été évoqué précédemment, les catégories de prélèvement et les sites de prélèvement sont multiples et il serait utile que les laboratoires établissent ensemble des campagnes de prélèvement homogènes.

Enfin, cette méthodologie d'évaluation de la contamination de l'environnement est applicable à n'importe quelle installation rejetant des effluents chimiques ou radioactifs dans la biosphère. Il existe cependant une limitation pour l'application de cette méthodologie : la disponibilité de résultats de mesures.

Bibliographie

SPSS. Manuel d'utilisation de SPSS Base 7.5 pour Windows, 1997.

GT3 du Groupe Radioécologie Nord-Cotentin. Rapport détaillé final, Juillet 1999.